

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
26 juillet 2001 (26.07.2001)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 01/53651 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : E21B 17/01

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR01/00203

(22) Date de dépôt international :
22 janvier 2001 (22.01.2001)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
00/00865 24 janvier 2000 (24.01.2000) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
BOUYGUES OFFSHORE [FR/FR]; 3, rue Stephenson,
F-78180 Montigny-le-Bretonneux (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : LENORMAND, Olivier [FR/FR]; 47, avenue Ferdinand Buisson, F-75016 Paris (FR). GASSERT, Michel [FR/FR]; 18, rue de la Mésange, F-67700 Saverne (FR). COUPRIE, Stéphane [FR/FR]; 198, rue de Versailles, F-92410 Ville d'Avray (FR).

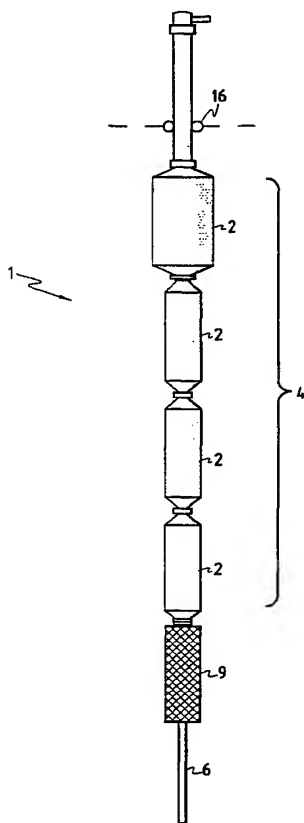
(74) Mandataire : DOMANGE, Maxime; Cabinet Beau de Loménie, 232, avenue du Prado, F-13295 Marseille Cedex 8 (FR).

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: SEAFLOOR-SURFACE LINKING DEVICE COMPRISING A STABILISING ELEMENT

(54) Titre : DISPOSITIF DE LIAISON FOND-SURFACE COMPORTANT UN DISPOSITIF STABILISATEUR



(57) Abstract: The invention concerns a seafloor-surface linking device comprising at least a submarine duct (1) including at least a floater (2), preferably several floaters in tulip fashion, said floaters consisting in cans enclosing said duct (1) located in the immersed upper part of the duct, said duct being maintained at the surface by a floater guiding element, preferably at the floating support (15). The invention is characterised in that it comprises at least a stabilising element (3) located in the duct upper zone consisting of: the lower part of the zone of floaters (4), preferably on or at the level of the lowest floater, and, the transition zone (5) between the floaters (4) and the running part with substantially constant diameter (6) of said duct (1).

(57) Abrégé : Dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine (1) comprenant au moins un flotteur (2), de préférence une pluralité de flotteurs en chapelet, lesdits flotteurs consistant en des bidons entourant ladite conduite (1), localisés dans la partie haute immergée de la conduite, ladite conduite étant maintenue en surface par un dispositif de guidage, de préférence au niveau d'un support flottant (15), de flotteur. Le dispositif selon l'invention comprend au moins un dispositif stabilisateur (3) situé dans la partie supérieure de la conduite constituée par: la partie basse de la zone des flotteurs (4), de préférence sur ou au niveau du flotteur le plus bas, et; la zone de transition (5) entre les flotteurs (4) et la partie courante à diamètre sensiblement constant (6) de ladite conduite (1).

WO 01/53651 A1



NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

DISPOSITIF DE LIAISON FOND-SURFACE COMPORTANT UN DISPOSITIF STABILISATEUR

La présente invention concerne le domaine connu des liaisons fond-
5 surface du type comportant une conduite sous-marine verticale, appelée
riser, reliant le fond de la mer jusqu'à un support flottant installé en
surface.

Dès que la profondeur d'eau devient importante l'exploitation des
champs de production notamment des champs pétroliers s'effectue en
10 général à partir d'un support flottant. Ce support flottant comporte en
général des moyens d'ancrage pour rester en position malgré les effets des
courants, des vents et de la houle. Il comporte aussi en général des moyens
de stockage et de traitement du pétrole ainsi que des moyens de
déchargement vers des pétroliers enleveurs. L'appellation de ces supports
15 flottants est le terme anglo-saxon "Floating Production Storage Offloading"
(signifiant "moyen flottant de stockage, de production et de déchargement")
abrégé par "FPSO". De nombreuses variantes ont été développées tels les
SPARS, longs cigares flottants maintenus en position par des ancrages
caténaires, ou encore les TLPs, plates-formes à lignes d'ancrage tendues,
20 lesdites lignes étant en général verticales.

Les têtes de puits sont souvent réparties sur la totalité du champ et
les conduites de production, ainsi que les lignes d'injection d'eau et les
câbles de contrôle commande, sont déposées sur le fond de la mer en
direction d'un emplacement fixe, à la verticale duquel le support flottant est
25 positionné en surface.

Certains puits sont situés à la verticale du support flottant et
l'intérieur du puits est alors accessible directement depuis la surface. Dans
ce cas la tête de puits équipée de son "arbre de Noël" peut être installée en
surface, à bord du support flottant. On peut alors effectuer, à partir d'un
30 derrick installé sur ledit support flottant, toutes les opérations de forage, de
production et de maintenance du puits pendant toute la durée de vie dudit
puits. On parle alors de tête de puits sèche.

Pour maintenir le riser équipé de sa tête de puits sèche en position
sensiblement verticale il convient d'exercer une traction vers le haut qui

peut être appliquée, soit par un système de tensionnement à câbles à l'aide de treuils ou de vérins hydrauliques installés sur le support flottant, soit à l'aide de flotteurs répartis le long du riser et installés à diverses profondeurs, soit encore par une combinaison des deux.

5 On connaît le brevet N°2 754 011 au nom de l'IFP décrivant une barge et un système de guidage pour riser, ce dernier étant équipé de flotteurs.

La profondeur d'eau de certains champs pétroliers dépassant 1 500m et pouvant atteindre 3 000m, le poids des risers sur de telles hauteurs
10 nécessite leur maintien en position, des efforts pouvant atteindre et dépasser plusieurs centaines de tonnes. On utilise des éléments de flottabilité de type "bidon" rajoutés à des structures immergées, principalement sur les risers reliant la surface aux ultra grands fonds (1000-3000m). La conduite sous-marine consiste alors en une colonne montante
15 comportant une conduite sous-marine assemblée à au moins un flotteur comportant un bidon coaxial entourant ladite conduite et traversé par ladite conduite.

De préférence, des moyens de jonction dudit bidon et de ladite conduite comprennent une articulation étanche assemblée autour de ladite
20 conduite à au moins l'un des orifices supérieur ou inférieur dudit bidon.

Les flotteurs concernés sont de grandes dimensions avec notamment un diamètre supérieur à 5m, et une longueur de 10 à 20m et possèdent des flottabilités pouvant atteindre 100 tonnes.

Ils sont en général disposés en chapelet l'un en dessous de l'autre.

25 Les flotteurs s'étendent en général sur une longueur correspondant environ à pas plus de 10% de la longueur de la liaison fond-surface; notamment sur une longueur de 100 à 200 mètres.

Le riser est mis en tension par ces flotteurs et se trouve guidé, de préférence au niveau du support flottant, par des guidages à rouleaux situés
30 dans un plan permettant le maintien et le guidage d'un riser par rapport au support flottant. Des moyens de tensionnement à câbles jouant le rôle de guidage peuvent être utilisés.

On connaît dans FR 2 754 021 un dispositif de guidage d'un riser muni de flotteurs en tête comprenant des roulettes permettant le

coulisement vertical du riser, ainsi que sa rotation autour d'un axe horizontal et guidant ses déplacements horizontaux, de sorte que les mouvements de translation horizontale du riser suivent substantiellement ceux du support flottant. On connaît aussi dans FR 99 10417 un dispositif
5 de guidage perfectionné comprenant des roulettes et des patins de frottement disposés radialement autour de la conduite. On connaît enfin divers systèmes de guidage impliquant des tensionnements par câble.

L'intégralité du riser se comporte alors comme une corde tendue entre le fond de la mer et le point situé à l'axe du système de guidage au
10 niveau du support flottant.

Ce riser est soumis aux effets de la houle, du courant et de plus aux mouvements horizontaux dudit support flottant soumis lui aussi aux mêmes effets. L'eau en mouvement dans la tranche d'eau crée des effets de traînée sur la structure du riser et de ses flotteurs, engendrant de ce fait des efforts
15 importants de direction variable.

Dans certaines configurations de mouvements de particules d'eau, il se produit des effets d'interaction entre le fluide et le riser qui se traduisent par des détachements tourbillonnaires alternés sur le contour du riser décrits figure 13.

20 Lorsque la période de ce détachement tourbillonnaire alterné est proche des périodes d'excitation propre du riser, il se produit alors le phénomène dit "d'accrochage" qui conduit à des vibrations du riser.

L'intensité des vibrations générées par les détachements tourbillonnaires alternés, lors de "l'accrochage", est d'autant plus grande
25 que la longueur de riser sur laquelle les détachements de tourbillons s'effectuent simultanément est importante. Cette longueur est désignée par l'homme de l'art sous le nom de "longueur de corrélation".

Si on regarde le riser comme étant un fil attaché à ses deux extrémités, son comportement global est sujet à des déplacements
30 transversaux de plusieurs mètres présentant une fréquence naturelle d'excitation et des harmoniques correspondant à un mode dit "mode guitare", c'est à dire que le riser vibre entre ses deux extrémités comme une corde de guitare.

Dans le cas des risers sans flotteurs dont les caractéristiques de section (notamment le diamètre, l'inertie, la raideur), sont sensiblement uniformes ou continus, on observe seulement ce mode de vibration de type "guitare" représenté sur les figures 3 et 4.

5 De même, dans le cas d'un riser à forte flottabilité comme dans WO 99/05389 pour lequel la flottabilité est répartie sur toute la longueur du riser pour obtenir une flottabilité d'environ 95 à 98%, on observe seulement des vibrations selon le mode "guitare".

Dans WO 95/27101 et WO 99/05389, on connaît des dispositifs de
10 stabilisation de riser soumis à des vibrations de type "guitare" liées aux effets de perturbation tourbillonnaire ou vortex autour du riser.

Dans WO 99/05389, les flotteurs sont répartis sur toute la longueur du riser sous forme de coquille cylindrique de mousse syntactique. Le dispositif de stabilisation consiste dans la modification de la forme des
15 flotteurs dans la partie supérieure correspondant à la tranche d'eau soumise à la houle, pour obtenir une surface non cylindrique de section hexagonale. La solution proposée dans WO 99/05389 se traduit par une réduction du volume des flotteurs dans la partie haute et donc une réduction de leur flottabilité par rapport au reste du riser, à encombrement équivalent. Ce
20 type de modification à géométrie plane a pour effet une augmentation de la traînée et une diminution de l'excitation induite par les détachements tourbillonnaires, et stabilise le riser seulement par absorption d'énergie.

Dans WO 95/27101, on stabilise une conduite tubulaire soumise également uniquement à une vibration selon le mode "guitare" en l'équipant
25 d'une pluralité d'enveloppes perforées à différents niveaux autour de la partie courante de la conduite. Ces enveloppes perforées sont coulissantes autour de la conduite pour être mises en place spécifiquement à l'endroit des zones soumises aux vibrations correspondant au ventre de la vibration.

Dans US 4 768 984, on décrit un dispositif de stabilisation d'un riser
30 muni d'une bouée en tête libre, ladite bouée supportant une installation comprenant une plate forme de travail. Cette installation en surface crée un déséquilibre de par l'élévation du centre de gravité par rapport au centre de poussée ou centre de flottabilité qu'elle entraîne. On cherche donc à rétablir la proximité, de préférence la coïncidence entre le centre de gravité

et le centre de flottabilité de la partie supérieure de la conduite en ajoutant une structure en treillis ou armature, qui constitue une masse, en dessous du flotteur, compensant le poids de la structure au-dessus du flotteur. La structure en treillis ou en armature de par sa forme particulière évite de
5 créer une trop grande augmentation des perturbations dans la zone concernée.

La présente invention concerne la stabilisation d'un type de liaison fond-surface différent de ceux décrits dans la technique antérieure et propose une solution de stabilisation originale.

10 En effet, la présente invention concerne un dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine comprenant au moins un flotteur, de préférence une pluralité de flotteurs en chapelet, lesdits flotteurs consistant en des bidons entourant ladite conduite, localisés dans la partie haute immergée de la conduite, ladite conduite étant
15 maintenue en surface par un dispositif de guidage, de préférence au niveau d'un support flottant, et la partie située dessous la zone des flotteurs étant donc majoritairement, voire complètement, dépourvue de flotteur.

On entend ici, comme mentionné précédemment, par "dispositif de guidage" les dispositifs connus de l'homme de l'art permettant le
20 coulisement vertical du riser, ainsi que sa rotation autour d'un axe horizontal et guidant ses déplacements horizontaux, de sorte que ceux-ci sont contrôlés et de préférence suivent substantiellement ceux du support flottant le cas échéant.

Les inventeurs ont découvert que dans le cas de ce type de riser muni
25 de flotteurs seulement en tête et comportant un système de maintien et de guidage en surface, on peut observer un phénomène de vibration très différent et accentué, dans lequel la portion supérieure, correspondant sensiblement à la longueur des flotteurs, se comporte comme un pendule, alors que la partie basse dessous les flotteurs présente un comportement se
30 rapprochant d'un phénomène de type "guitare". Le comportement de type "pendule" de la partie supérieure du riser est favorisé par la différence d'inertie structurelle entre les deux sections du riser. Ce mouvement "pendulaire" influence de façon très significative le comportement de l'ensemble du riser et on observe alors un couplage du mode "pendule" et

des modes "guitare" comme représenté sur les figures 6 et 7. Le comportement global du riser est alors particulièrement sensible à toute excitation qui tend à engendrer le mouvement pendulaire de la partie haute du riser.

5 Ainsi, le problème de l'invention est d'empêcher ou de réduire l'apparition de vibrations correspondant aux modes combinés de type "guitare-pendule" sur les risers tendus par des flotteurs situés en tête, lorsqu'ils sont excités par la houle et le courant ou encore les déplacements horizontaux de la barge, en réduisant ou, de préférence, en éliminant le
10 comportement pendulaire de la partie haute du riser.

Plus particulièrement, les inventeurs ont mis en évidence que le problème posé est d'éviter ou de réduire les phénomènes hydrodynamiques à l'origine de l'excitation des modes vibratoires du système couplé "riser-flotteurs", et d'éviter ou réduire la réponse du système couplé "riser-
15 flotteurs" aux excitations.

S'agissant typiquement d'un problème de type "couplage fluide-structure", l'interaction entre les deux aspects, à savoir, l'excitation et la réponse du système, est forte. Les phénomènes hydrodynamiques ainsi que les mouvements de la barge agissent sur la structure qui, elle-même,
20 rétroagit sur l'excitation d'origine hydrodynamique. L'invention concerne ainsi la mise en place de dispositifs apportant une solution à l'un ou l'autre, ou aux deux aspects du problème.

Le problème de la présente invention concerne donc selon un premier aspect, l'élimination ou réduction de l'excitation des modes
25 vibratoires du système couplé "riser-flotteurs". Les inventeurs ont mis en évidence que selon ce premier aspect, le problème concerne uniquement la mise en œuvre de dispositifs influant sur l'excitation d'origine hydrodynamique des modes vibratoires due aux détachements tourbillonnaires apparaissant sur le contour des flotteurs ou du riser.

30 Le problème de la présente invention concerne aussi, selon un deuxième aspect, l'élimination ou réduction de la réponse du système couplé "riser-flotteur" aux excitations dues aux phénomènes hydrodynamiques ou aux mouvements horizontaux de la barge.

Les inventeurs ont mis en évidence que selon ce deuxième aspect, le problème concerne la mise en œuvre de dispositifs visant à modifier les fréquences des modes de vibration du système couplé "riser-flotteur" afin de s'éloigner des fréquences de détachements tourbillonnaires et éviter le

5 "phénomène d'accrochage".

Pour ce faire, la présente invention fournit un dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine comprenant au moins un flotteur, de préférence une pluralité de flotteurs en chapelet, lesdits flotteurs consistant en des bidons entourant ladite conduite,

10 localisés dans la partie haute immergée de la conduite, ladite conduite étant maintenue en surface par un dispositif de guidage, de préférence au niveau d'un support flottant. La partie située dessous la zone des flotteurs est donc majoritairement, voire complètement, dépourvue de flotteur.

Selon la présente invention, ledit dispositif comprend au moins un

15 dispositif stabilisateur situé dans la partie supérieure de la conduite constituée par :

- la partie basse de la zone des flotteurs, de préférence sur ou au niveau du flotteur le plus bas, et
 - la zone de transition entre les flotteurs et la partie courante à
- 20 diamètre sensiblement constant de ladite conduite.

Ladite zone de transition "riser-flotteur" correspond à une zone où les caractéristiques mécaniques de la conduite (le diamètre, la section ou l'inertie de la conduite) décroissent progressivement vers le bas jusqu'à atteindre la partie courante de la conduite, laquelle correspond à la partie

25 de la conduite à diamètre sensiblement constant située en dessous de ladite zone de transition.

L'invention tire profit du comportement pendulaire très particulier de ce type de liaison fond-surface, pour contribuer à la stabilisation du système.

30 En effet, les dispositifs de stabilisation selon l'invention sont avantageusement localisés à l'extrémité inférieure de la zone des flotteurs ou dessous le chapelet de flotteurs, car les inventeurs ont mis en évidence que cette localisation correspond à la zone où l'excitation des détachements tourbillonnaires est prédominante. En effet, cette excitation est fortement

liée à l'amplitude du déplacement horizontal du riser ; et à cette localisation le bras de levier est le plus important par rapport à l'axe de rotation du mouvement de type pendule. Cette localisation augmente donc l'effet stabilisateur du dispositif de stabilisation. De plus, ladite localisation
5 constitue un point singulier de ladite conduite car la tension y est maximale.

Les dispositifs stabilisateurs de l'invention permettent ainsi de réduire, voire d'éliminer, conjointement l'excitation et la réponse des modes vibratoires du système couplé "riser-flotteur".

10 Plus particulièrement, ledit dispositif stabilisateur comprend au moins un dispositif choisi parmi :

- un dispositif d'absorption d'énergie,
- un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, et
- 15 - un dispositif abaissant le centre de gravité de ladite partie supérieure de la conduite.

De préférence, le dispositif stabilisateur cumule au moins deux, de préférence les trois, des effets choisis parmi :

- l'absorption d'énergie,
- 20 - l'augmentation de la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, et
- l'abaissement du centre de gravité de ladite partie supérieure de la conduite.

Dans un mode de réalisation l'absorption d'énergie est obtenue par
25 un élément de structure augmentant la surface de contact avec l'eau et/ou créant une surface de contact avec l'eau non cylindrique par rapport à l'axe de ladite conduite.

Ainsi, cet élément de structure peut être constitué par :

- une modification de la forme de la surface du flotteur ou de la
30 conduite, celle-ci présentant alors une forme non cylindrique, par rapport à l'axe de ladite conduite, ou
- un élément de structure additionnel associé à la surface du flotteur ou de la conduite.

Ledit élément de structure additionnel augmentant la surface de contact du flotteur ou de la conduite avec l'eau peut présenter une surface à géométrie tridimensionnelle ou plane. De préférence, cette surface à géométrie tridimensionnelle est une surface non parallèle à la surface cylindrique de la conduite.

Avantageusement, ledit dispositif stabilisateur comprend, l'un des modes de réalisation suivant, pris séparément ou en combinaison :

- la forme non cylindrique de la surface extérieure d'un flotteur ou d'une partie de conduite, et
- une rampe hélicoïdale entourant un dit flotteur ou ladite conduite.

Comme dit dispositif abaissant le centre de gravité de la partie supérieure de la conduite on peut citer un dispositif stabilisateur comprenant une masse additionnelle située dans ou autour d'un flotteur ou entourant ladite conduite.

Dans un mode de réalisation ledit dispositif stabilisateur comprend un caisson, de préférence coaxial entourant ladite conduite dont la surface extérieure comprend des perforations. Par "perforation", on entend tout espace ou toute ouverture laissant passer l'eau à l'intérieur.

Dans certains modes de réalisation, notamment lorsque le dispositif stabilisateur est un caisson perforé, celui-ci cumule différents aspects, à savoir qu'il consiste en un dispositif abaissant le centre de gravité puisqu'il est situé dans la partie inférieure de la zone des flotteurs, et un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement dans la mesure où il contient de l'eau, et un dispositif absorbeur d'énergie de par l'augmentation de la traînée liée aux perforations de la surface.

Comme dispositif apportant une masse additionnelle on peut citer un flotteur non perforé partiellement ou totalement rempli d'eau.

L'invention consiste donc à utiliser en particulier soit des dispositifs additionnels, tels des hélices ou des caissons perforés, soit des flotteurs non cylindriques de formes variées, soit encore la combinaison de ces deux types solutions.

Dans un mode de réalisation, la zone des flotteurs comprend plusieurs flotteurs, de préférence au moins quatre.

De préférence, le dispositif stabilisateur est situé sur ou au niveau du flotteur le plus bas, ou dans ladite zone de transition, juste en dessous du flotteur le plus bas.

Lesdits éléments de structure à géométrie tridimensionnelle
5 absorbent de l'énergie, de manière à limiter l'apparition des détachements tourbillonnaires et/ou réduire leurs longueurs de corrélation, tout en augmentant la masse d'eau entraînée.

Les dispositifs stabilisateurs par absorption d'énergie et augmentation de la masse d'eau entraînée contribuent aussi à modifier avantageusement,
10 de préférence à réduire, les fréquences propres de vibration du système "riser-flotteur" et donc à réduire sa réponse à l'excitation due aux phénomènes hydrodynamique ou aux mouvements horizontaux de la barge.

L'invention comprend également la mise en œuvre d'un dispositif stabilisateur permettant d'augmenter l'inertie du chapelet de flotteurs en
15 abaissant son centre de gravité, et d'autre part, en un dispositif permettant d'augmenter la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement, masse d'eau connue par l'homme de l'art sous la désignation de "masse ajoutée". Ces deux types de stabilisateurs peuvent être concomitants dans un même dispositif comme mentionné ci-dessus.

20 Ces dispositifs d'abaissement du centre de gravité et d'augmentation de la "masse ajoutée", en dehors de leur effet favorable sur les fréquences de vibration du système couplé "riser-flotteur", permettent de stabiliser la partie haute du riser en augmentant son inertie et contribue ainsi à l'amortissement du mouvement pendulaire. Ces dispositifs sont également
25 installés de préférence sur la partie inférieure du chapelet de flotteurs ou en dessous où ils sont particulièrement efficaces car la dynamique du système couplé est principalement gouvernée par le mouvement pendulaire des flotteurs, et influe donc de manière importante sur la fréquence propre d'oscillation du riser en mouvement, pris dans sa globalité.

30 Dans le cas de risers regroupés en faisceau, l'excitation des modes vibratoires n'est plus seulement due aux détachements tourbillonnaires sur le riser considéré mais également aux interactions de l'écoulement avec les autres risers du faisceau. La mise en place des dispositifs stabilisateurs envisagés dans le cadre de cette invention permet donc de désorganiser les

sillages autour de chaque riser et contribue avantageusement à réduire l'excitation des modes vibratoires sur les risers voisins.

La présente invention a également pour objet un dispositif de liaison fond-surface comportant une pluralité de conduites sous-marines selon
5 l'invention, c'est-à-dire comprenant au moins un dispositif stabilisateur et regroupés en faisceaux.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière de la description détaillée qui va suivre, en référence aux figures suivantes dans lesquelles :

- 10 • la figure 1 est une vue de côté d'un riser équipé de flotteurs associés à une coupe en vue de côté d'une barge ancrée supportant des équipements de traitement,
- les figures 2, 3 et 4 sont des vues de côté d'un riser tensionné en tête par des moyens extérieurs non représentés, en situation
15 respectivement de repos (figure 2), et de vibration de type "guitare" respectivement en mode 1 (figure 3) et en mode 2 (figure 4),
- les figures 5, 6 et 7 sont des vues de côté d'un riser tensionné par des flotteurs, en situation respectivement de repos (figure 5), et de
20 vibration de type "guitare-pendule" respectivement en mode 1 (figure 6) et en mode 2 (figure 8),
- les figures 8 et 9 sont des vues de côté d'un riser comportant des flotteurs, l'ensemble étant en position inclinée, ce qui permet de détailler les forces F de flottabilité et P de masse liée au centre de
25 gravité, respectivement sans masse additionnelle et avec masse additionnelle,
- la figure 10 est une vue de côté d'un riser comportant des flotteurs, des absorbeurs d'énergie de type "hélice" étant installés sur le flotteur le plus bas,
- 30 • la figure 11 est une vue de côté d'un riser comportant des flotteurs, équipé d'un dispositif absorbeur d'énergie de type caisson perforé à turbulences, situé en dessous et en prolongement du flotteur le plus bas,

- la figure 12 est une vue de côté d'un riser équipé de flotteurs de formes extérieures variées dont le but est d'empêcher la formation de décrochements tourbillonnaires.
- la figure 13 est une coupe en vue de dessus d'une conduite soumise
5 à un courant provoquant des tourbillons.

La figure 1 est une vue de côté d'un dispositif de liaison fond-surface comprenant un riser 1 équipé de quatre flotteurs 2. Le riser débouche dans une baie de forage de la barge 15 supportant des équipements de traitement 17. Les quatre flotteurs constituent ladite zone 4 des flotteurs. Le flotteur
10 supérieur est de diamètre et de flottabilité plus importante notamment car il est intégralement situé dans la baie de forage, c'est-à-dire une zone de la coque du support flottant, abritée des effets de la houle et du courant.

Le dispositif de liaison comporte dans sa partie basse une conduite 1 de diamètre sensiblement constant, ainsi qu'une zone de transition 5
15 présentant une légère conicité située juste dessous la zone des flotteurs. Le sommet du riser est guidé par système de guidage comprenant un dispositif à rouleaux 16 solidaire de la structure de ladite barge. Ces moyens de guidage permettent le coulisement dudit riser selon son axe longitudinal et guident ses déplacements latéraux dans un plan horizontal perpendiculaire
20 audit axe longitudinal du riser. Sur les figures 1 à 12 le système de guidage est représenté schématiquement, la structure le rendant solidaire de la barge n'étant pas représentée.

La figure 13 est une coupe en vue de dessus d'une conduite 1 soumise à un courant 25 provoquant des tourbillons 26 en aval de ladite conduite.

25 Le phénomène de tourbillon est représenté en position A. Le tourbillon prend naissance en cette position, se développe puis se détache de la structure et est entraîné ensuite dans le courant, en aval de la conduite. En même temps qu'un tourbillon se développe en position A, un autre tourbillon prend naissance en position B, qui évoluera par la suite.
30 Cette position B est sensiblement symétrique de la position A par rapport à l'axe du courant. Les tourbillons sont ainsi générés alternativement dans les positions A et B. Cette instabilité est appelée "détachement tourbillonnaire alterné". L'apparition d'un tourbillon s'accompagne d'un défaut de pression,

et lorsqu'il se produit d'un même côté simultanément sur une hauteur suffisante, par exemple du côté A, les efforts latéraux engendrés tendent à déplacer la conduite vers la gauche c'est à dire vers la position C. La génération d'un nouveau tourbillon en position B entraînera ensuite un effort de pression vers la droite, c'est-à-dire vers la position D. Les efforts latéraux de pression vont ainsi se succéder de part et d'autre de la conduite. Lorsque la fréquence d'excitation liée à cette instabilité est proche des fréquences propres de la conduite, elle entraîne des vibrations de cette conduite. L'amorçage de ce phénomène de vibration est appelé "accrochage".

Les caractéristiques de cette instabilité évoluent avec des paramètres liés à l'écoulement (vitesse) et à la géométrie de la conduite (diamètre). Il faut préciser que, dans certains cas bien particulier, la vibration s'effectue dans la direction du courant et non perpendiculairement, le détachement tourbillonnaire n'étant plus alors "alterné" mais "simultané", dans les positions A et B de la figure 13.

Les figures 2, 3 et 4 sont des vues de côté d'une conduite 1 encastrée en pied et tensionnée en tête par des moyens extérieurs non représentés, et guidé par un dispositif à rouleaux 16, en situation respectivement de repos (figure 2), et de vibration de type "guitare" respectivement en mode 1 (figure 3) et en mode 2 (figure 4).

Dans les figures 3 et 4, les ventres 12 et nœuds 11 se forment dans des plans 10 situés sensiblement à $L/2$ ou $L/4$.

Les figures 5, 6 et 7 sont des vues de côté d'un riser 1 tensionné par des flotteurs 2 et guidé en tête par un dispositif à rouleaux 16, en situation respectivement de repos (figure 5), et de vibration de type "guitare-pendule", respectivement en mode 1 (figure 6) et en mode 2 (figure 7).

Les déformations ont été considérablement exagérées pour la clarté de la description, qui montre que les plans 10 dans lesquels se forment les nœuds 11 et les ventres 12 sont fortement décalés vers le haut. Sur la figure 6, le riser oscille entre les deux positions extrêmes 13a-13b représentées, alors que la figure 7 ne représente le riser que dans l'une de ses positions extrêmes.

Sur la figure 5, on a représenté à droite du riser la variation sensiblement linéaire de la tension du riser le long de son axe longitudinal. La tension croît à partir du point de guidage. La tension est maximale (Tmax) à la jonction de la zone des flotteurs avec la zone de transition 5. Puis, la tension décroît avec la profondeur dans la partie courante et confère au riser un mode de déformation de type "corde vibrante" (figures 6 et 7) encore appelé "mode guitare". Dans la zone des flotteurs 4, la tension décroît lorsque l'on remonte vers la surface, pour s'inverser et devenir compression dans la partie émergée du riser au-dessus du flotteur supérieur et atteindre une compression maximale au-dessus du système de guidage en tête de puits. Il en résulte que la partie haute du riser se comporte comme un pendule pivotant autour d'un point fixe en tête de riser, ce qui fait la particularité de ce type de riser qui constitue un système couplé "pendule-corde vibrante" sous l'effet du courant et de la houle sur le riser et sur la barge.

Dans les figures 9 à 12 sont présentés des dispositifs de stabilisation qui visent à réduire ou éliminer le comportement pendulaire de la partie haute du riser. Ces dispositifs de stabilisation sont localisés dans la zone des flotteurs 4 ou dans la zone de transition 5 "riser-flotteur" qui correspond à une zone où le diamètre de la conduite décroît progressivement vers le bas, jusqu'à atteindre la partie courante de la conduite, laquelle correspond à la partie de la conduite à diamètre sensiblement constant située en dessous de ladite zone de transition.

Dans les figures 8 et 9 représentant la zone des flotteurs, les forces F de flottabilité et P de masse liée au centre de gravité de l'ensemble, respectivement sans masse additionnelle (figure 8) et avec une masse additionnelle 7 installée dans la partie basse du flotteur inférieur (figure 9). La masse additionnelle 7 est obtenue par une enceinte entourant le flotteur contenant un composé pondéreux tel que du minerais de fer. Il pourrait s'agir d'un flotteur lui-même rempli d'eau.

Sur la figure 8, la masse de la zone des flotteurs correspond à P1.

La masse additionnelle 7 augmente la valeur de la masse de P1 à P2 et abaisse le centre de gravité. Le moment de rappel de la force P2 est ainsi augmentée, ce qui a pour effet de stabiliser la conduite.

La figure 10 est une vue de côté d'un riser 1 comportant des flotteurs 2, des stabilisateurs de type "hélice" 8 comprenant des rampes hélicoïdales sont installés sur le flotteur le plus bas, de préférence dans sa partie basse. Les hélices 8 pourraient avantageusement être installées sur la pièce
5 constituant la zone de transition 5, située juste en dessous du dernier flotteur. La zone d'efficacité maximale se situe dans l'une de ces deux positions. Les hélices sont installées de manière très ponctuelle, par exemple sur une hauteur de trois ou 4 mètres. Chaque rampe hélicoïdale 8 ne réalise qu'une section angulaire partielle du contour du flotteur.

10 Ces structures à géométrie tridimensionnelle rapportée à la surface du flotteur confèrent un double effet de stabilisation par absorption d'énergie et augmentation de la masse d'eau, voire également un troisième effet de stabilisation par abaissement du centre de gravité.

La figure 11 est une vue de côté d'un riser 1 comportant des flotteurs
15 2, équipé d'un dispositif de stabilisation de type caisson perforé à turbulences 9, situé en dessous et en prolongement du flotteur le plus bas, par exemple dans la zone de transition, c'est-à-dire à une profondeur d'environ 50 à 100 m éloignée des effets de la houle. Ce caisson est constitué d'une simple enveloppe percée de trous de section variable ou
20 non, solidaire du riser. La masse d'eau piégée à l'intérieur du caisson qui peut représenter 20 à 50 tonnes sera mise en mouvement lors des déplacements latéraux du riser et s'oppose par son inertie auxdits déplacements. Les ouvertures pratiquées dans le caisson autorisent des mouvements limités de l'eau piégée vers l'extérieur, puis vers l'intérieur, ce
25 qui crée un amortissement complémentaire par absorption d'énergie et accroît ainsi considérablement l'effet stabilisateur.

Enfin l'ajout de ce caisson en dessous des flotteurs confère également un troisième effet d'abaissement du centre de gravité.

La figure 12 est une vue de côté d'un riser 1 équipé de flotteurs 2 de
30 formes extérieures variées dont le but est d'absorber l'énergie pour empêcher la formation de détachements tourbillonnaires conduisant à des effets d'accrochage.

En effet, les détachements tourbillonnaires se produisent sur les surfaces extérieures des flotteurs ou des conduites tel qu'expliqué dans la

description de la figure 13. Lorsque les génératrices sont cylindriques (2a), les tourbillons 26 ont tendance à se former simultanément d'un même côté sur des longueurs variables. Dès que la longueur devient suffisante, par exemple 5 ou 10 mètres ou plus, les forces engendrées se cumulent et sont dirigées dans une même direction, ce qui provoque le phénomène "d'accrochage" conduisant à la mise en vibration du riser.

En supprimant les génératrices cylindriques du flotteur 2 et en les remplaçant par des formes variées telles que des cônes 2b ou des formes de révolution convexes 2d ou concaves 2c, les risques d'accrochage sont réduits, voire supprimés. Ces formes particulières peuvent aussi être des écrans extérieurs rajoutés à des bidons cylindriques conventionnels.

Ces formes particulières sont avantageusement combinées avec d'autres dispositifs de stabilisation tel que le remplissage d'eau du flotteur le plus bas ou l'association avec un caisson perforé dans la zone de transition 5.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de liaison fond-surface comportant au moins une conduite sous-marine (1) comprenant au moins un flotteur (2), de préférence une pluralité de flotteurs en chapelet, lesdits flotteurs consistant
5 en des bidons entourant ladite conduite (1), localisés dans la partie haute immergée de la conduite, ladite conduite étant maintenue en surface par un dispositif de guidage, de préférence au niveau d'un support flottant (15), de flotteur, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un dispositif stabilisateur (3) situé dans la partie supérieure de la conduite constituée
10 par :

- la partie basse de la zone des flotteurs (4), de préférence sur ou au niveau du flotteur le plus bas, et
- la zone de transition (5) entre les flotteurs (4) et la partie courante à diamètre sensiblement constant (6) de ladite conduite (1).

15 2. Dispositif de liaison fond-surface selon la revendication 1 caractérisé en ce que le dispositif stabilisateur comprend au moins un dispositif choisi parmi :

- un dispositif d'absorption d'énergie (7, 8, 9),
- un dispositif augmentant la masse d'eau entraînée au cours de son
20 mouvement (7, 9), et
- un dispositif abaissant le centre de gravité (7,9) de ladite partie supérieure de la conduite.

3. Dispositif de liaison fond-surface selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur cumule au moins deux, de
25 préférence les trois, des effets choisis parmi :

- l'absorption d'énergie (7, 8, 9),
- l'augmentation de la masse d'eau entraînée au cours de son mouvement (7, 9), et
- l'abaissement du centre de gravité (7, 9) de ladite partie supérieure
30 de la conduite.

4. Dispositif de liaison fond-surface selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit dispositif comprend un élément de structure augmentant la surface de contact avec l'eau (8) ou créant une surface de

contact avec l'eau non cylindrique par rapport à l'axe de ladite conduite (2b, 2c, 2d).

5 5. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend la forme non-cylindrique (2b, 2c, 2d) de la surface extérieure d'un flotteur (2) ou d'une partie de conduite (5).

6. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend au moins une rampe hélicoïdale (8) entourant un dit flotteur (2) ou ladite conduite (1).

10 7. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 6 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur comprend un caisson coaxial entourant ladite conduite dont la surface extérieure comprend des perforations (9).

8. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 7 caractérisé en ce que le dispositif stabilisateur comprend une masse additionnelle (7) située
15 dans ou autour d'un flotteur (2) ou entourant ladite conduite (1).

9. Dispositif selon la revendication 8 caractérisé en ce qu'il comprend un flotteur partiellement rempli d'eau, de préférence le flotteur le plus bas.

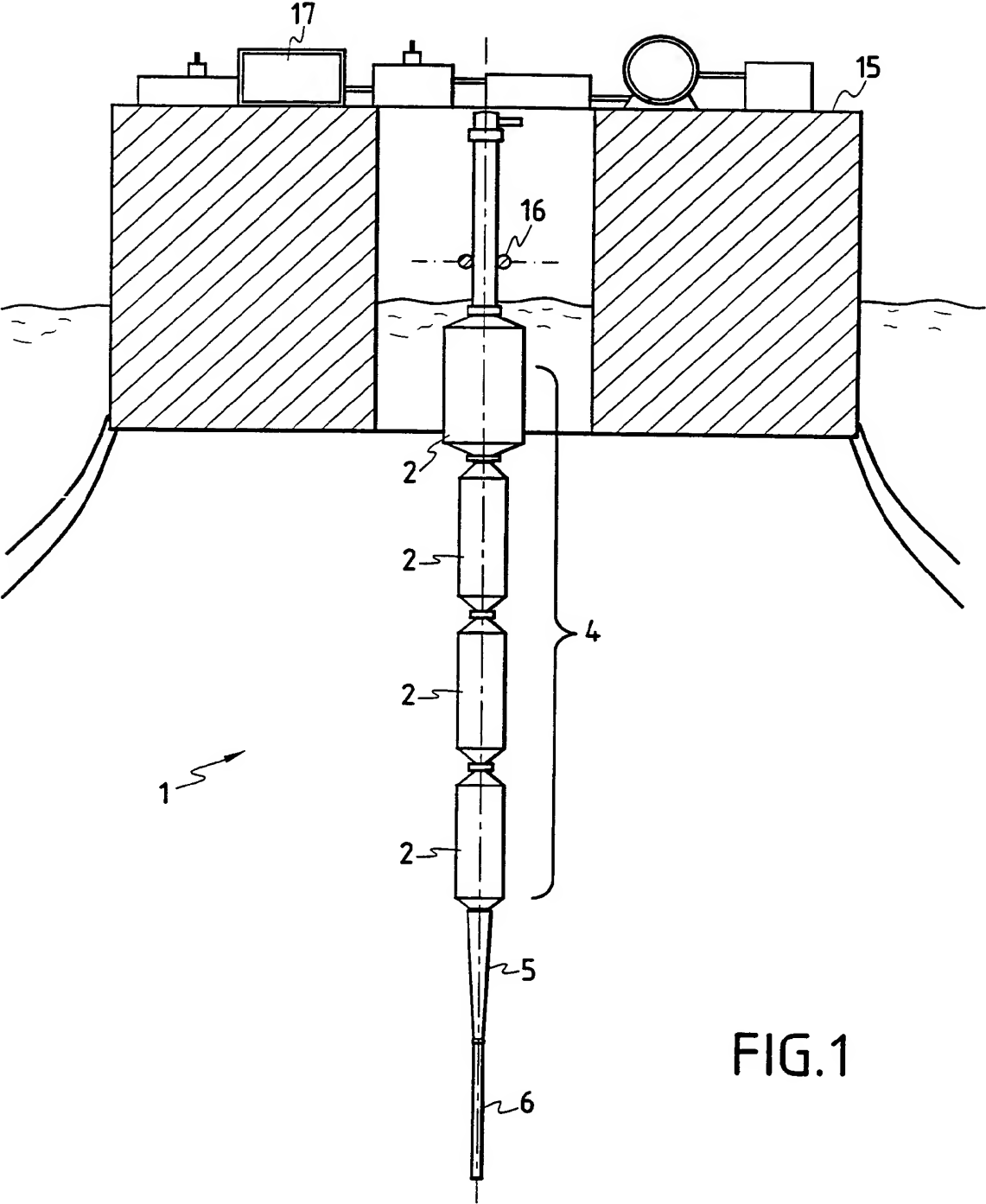
20 10. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 9 caractérisé en ce que la zone des flotteurs (4) comprend plusieurs flotteurs (2), de préférence au moins quatre.

11. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur est situé dans la partie basse de la zone des flotteurs (4), de préférence sur ou au niveau du flotteur le plus bas.

25 12. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que ledit dispositif stabilisateur est situé dans ladite zone de transition (5), de préférence juste dessous le flotteur le plus bas.

13. Dispositif selon la revendication 12 caractérisé en ce que la zone des flotteurs comprend plusieurs flotteurs dont les surfaces
30 extérieures présentent des formes non-cylindriques différentes dont la génératrice peut être droite (2b) ou courbe (2c, 2d).

14. Dispositif de liaison fond-surface selon l'une des revendications 1 à 13 caractérisé en ce qu'il comprend une pluralité de dites conduites sous-marines regroupées en faisceaux.



2/8

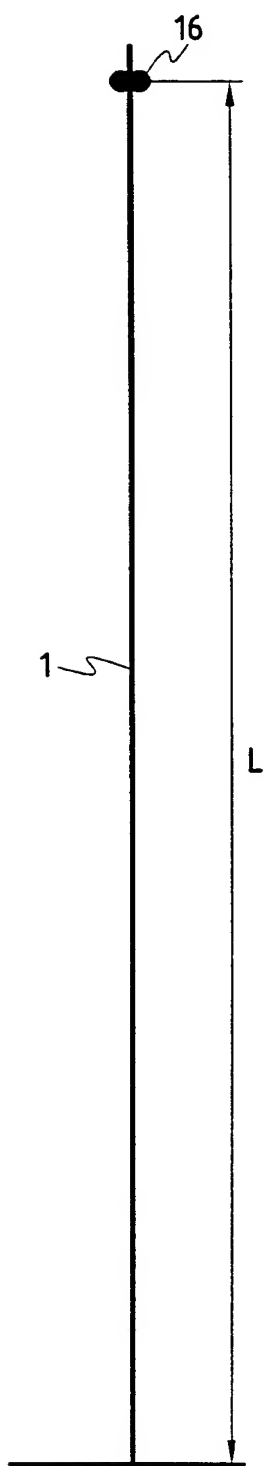


FIG. 2

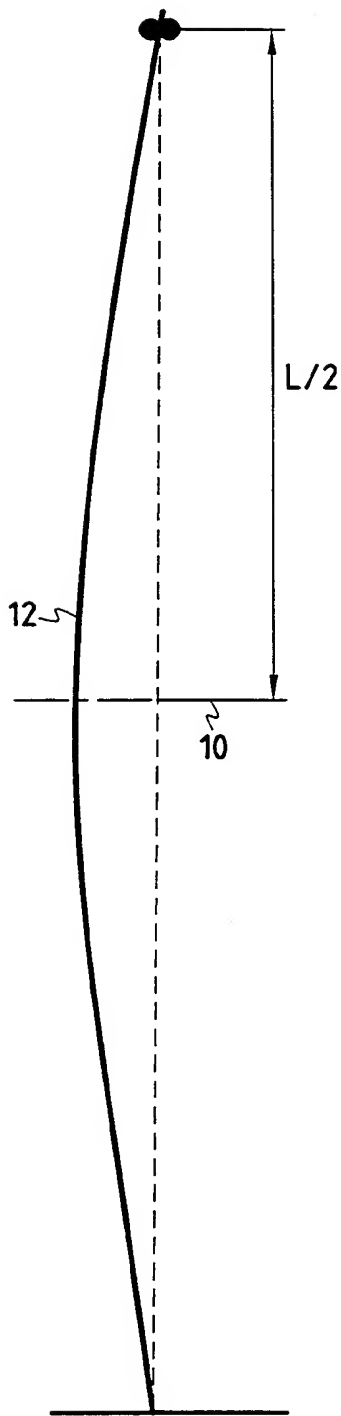


FIG. 3

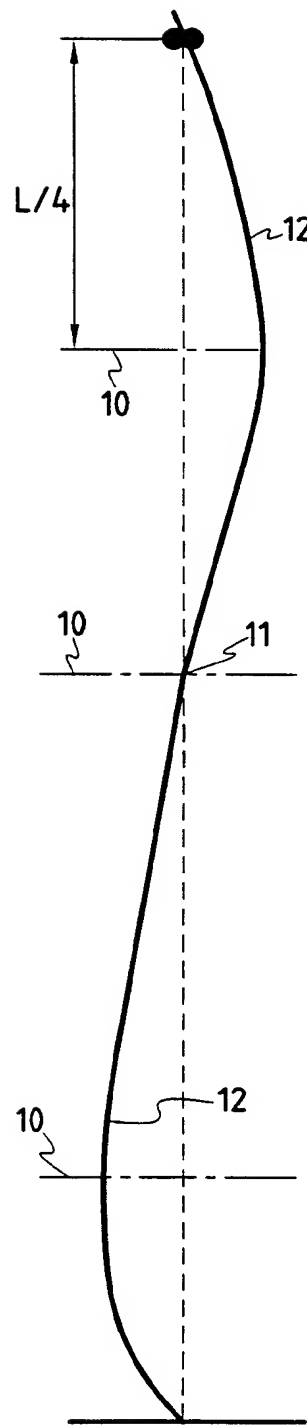


FIG. 4

3/8

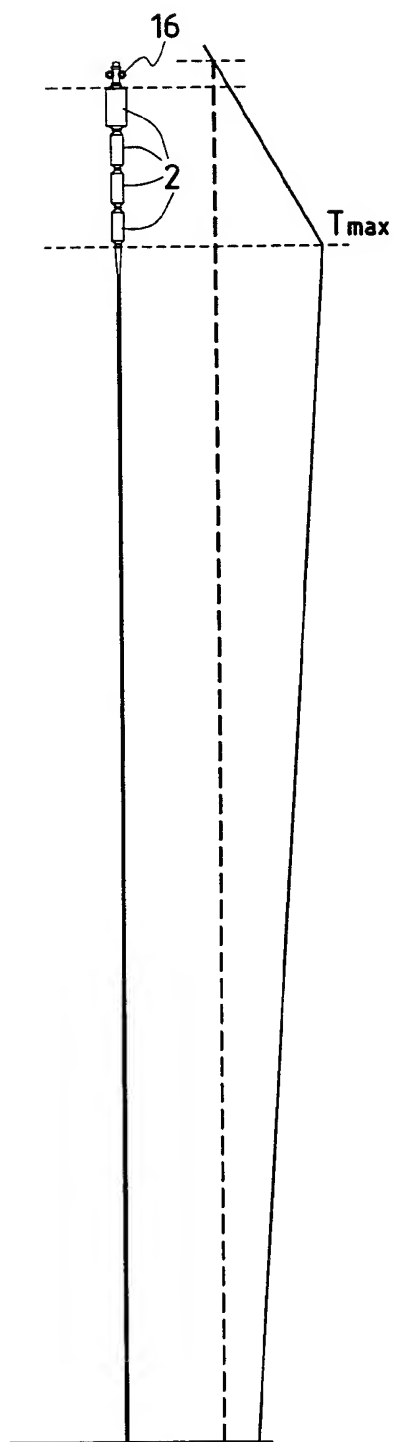


FIG. 5

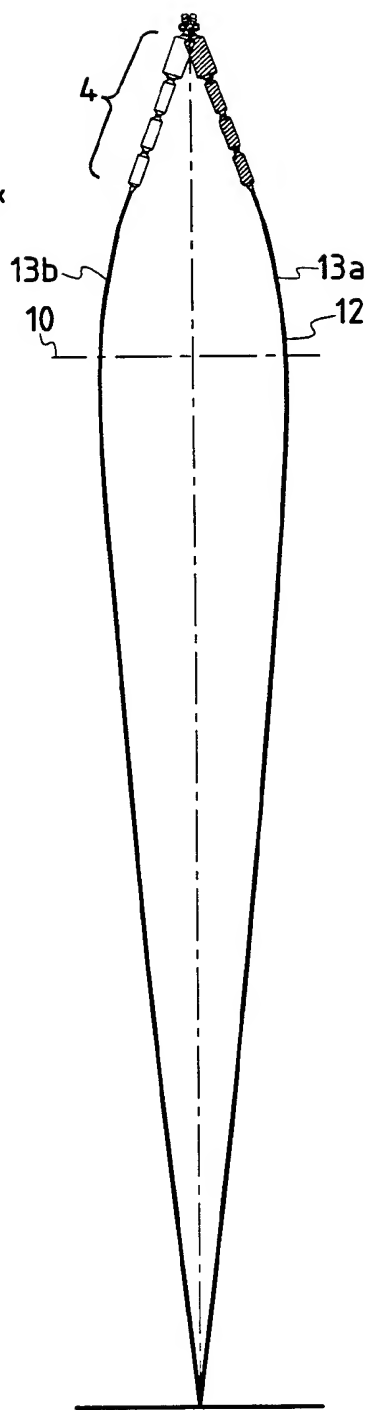


FIG. 6

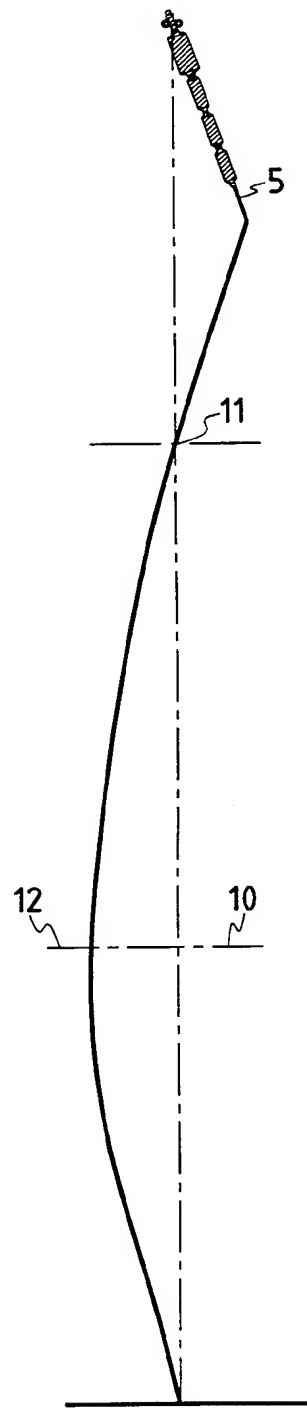
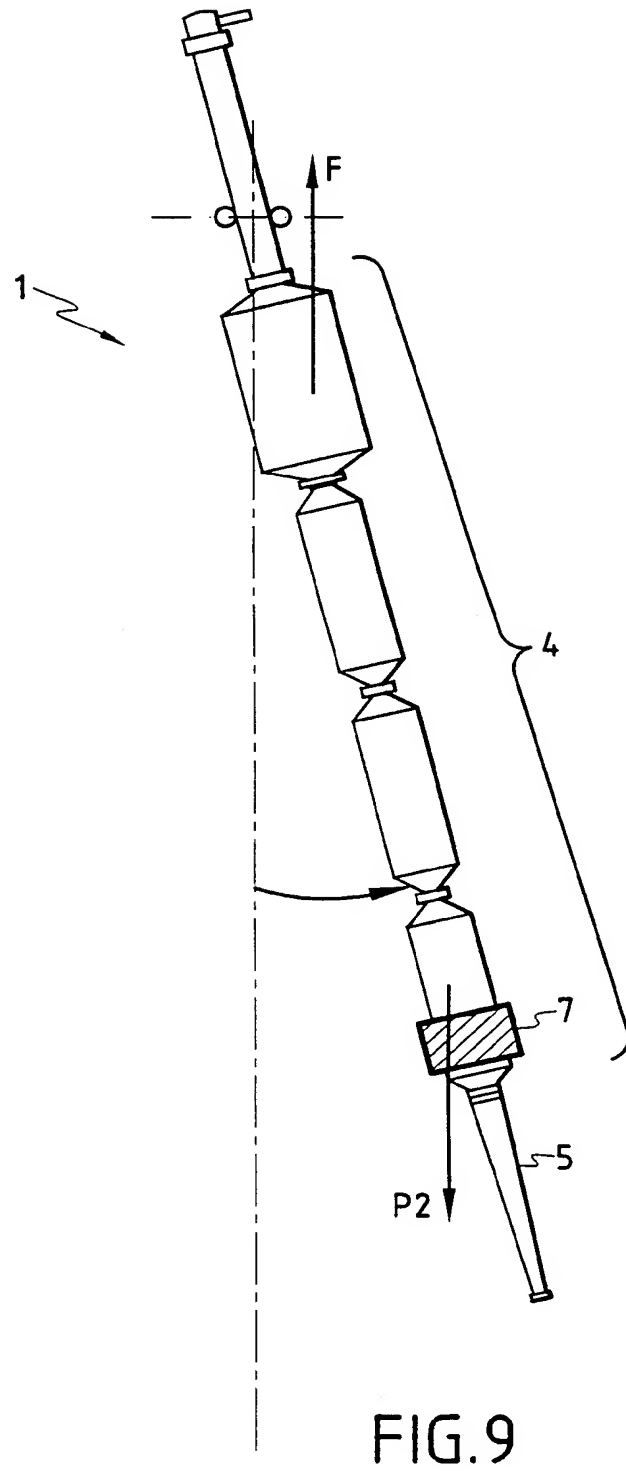
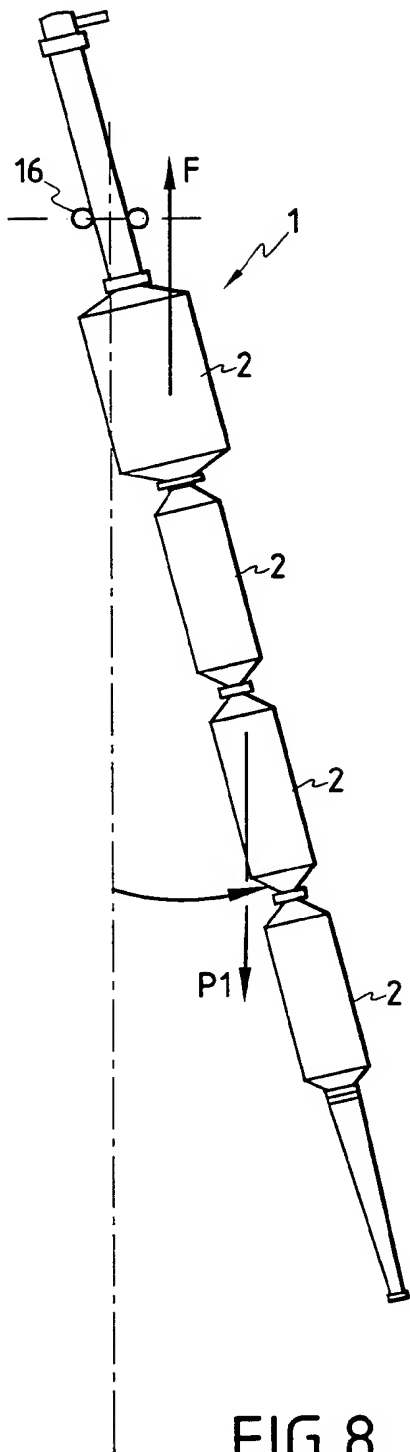


FIG. 7



5/8

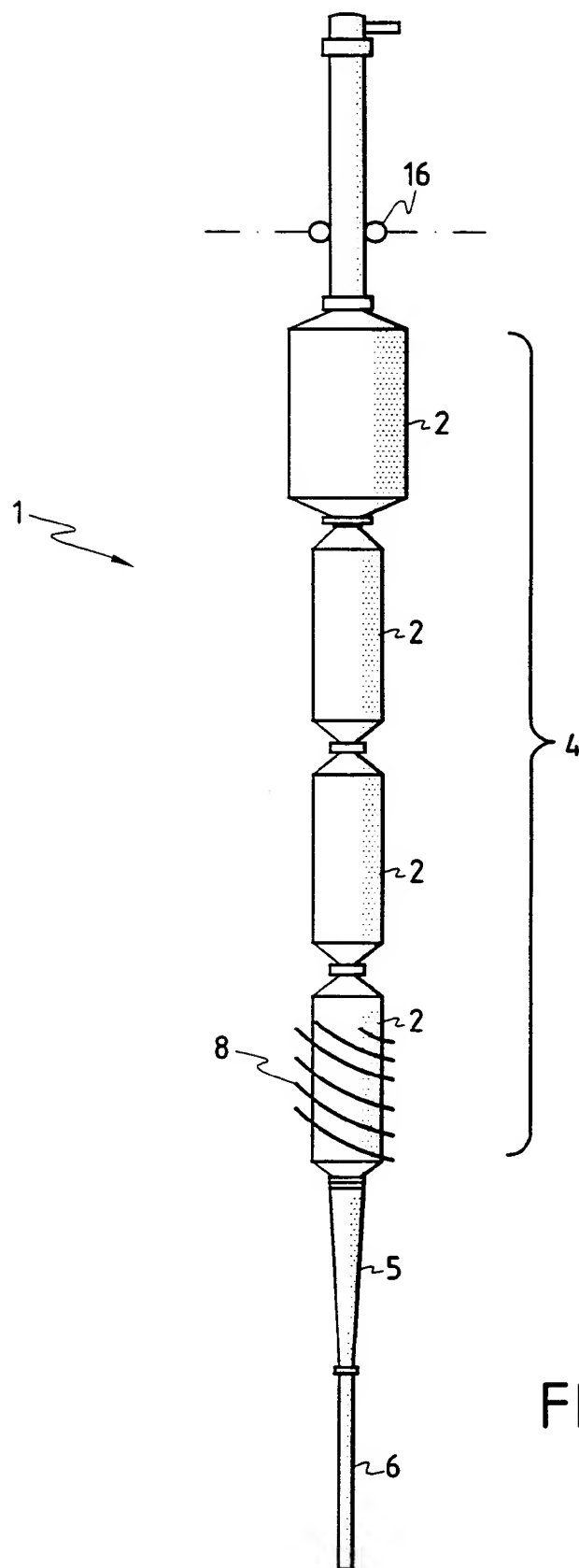


FIG.10

6/8

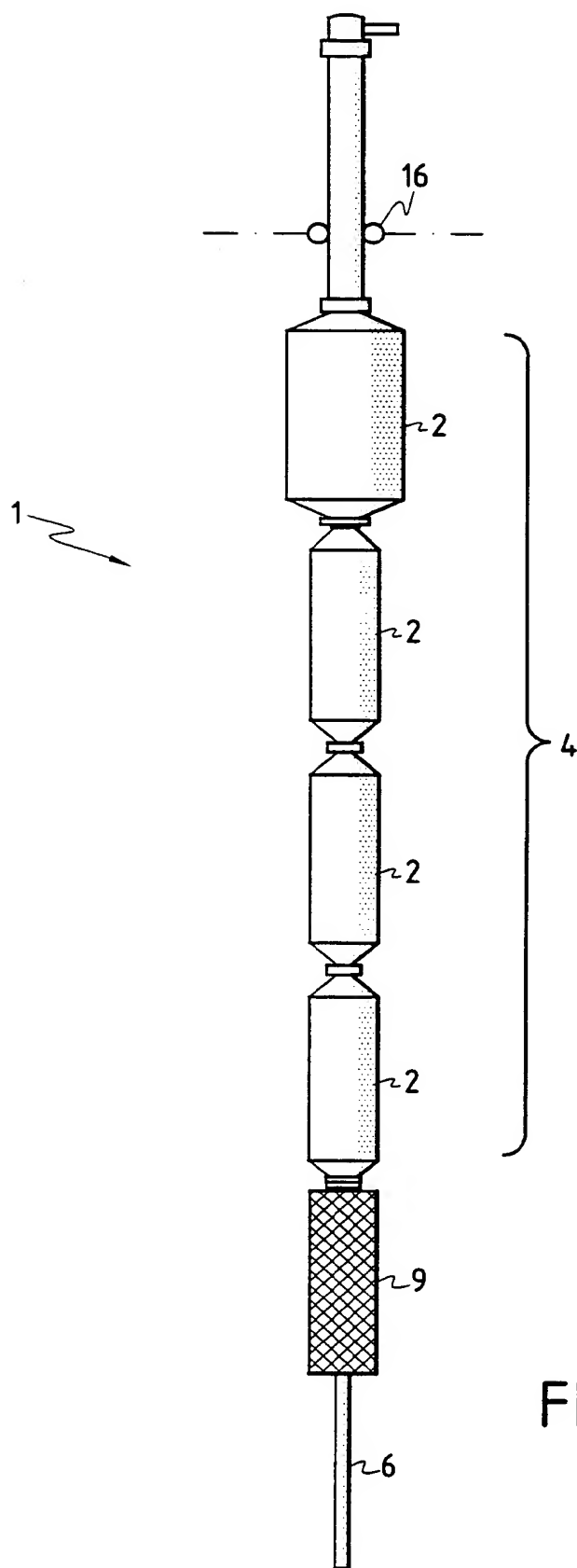


FIG.11

7/8

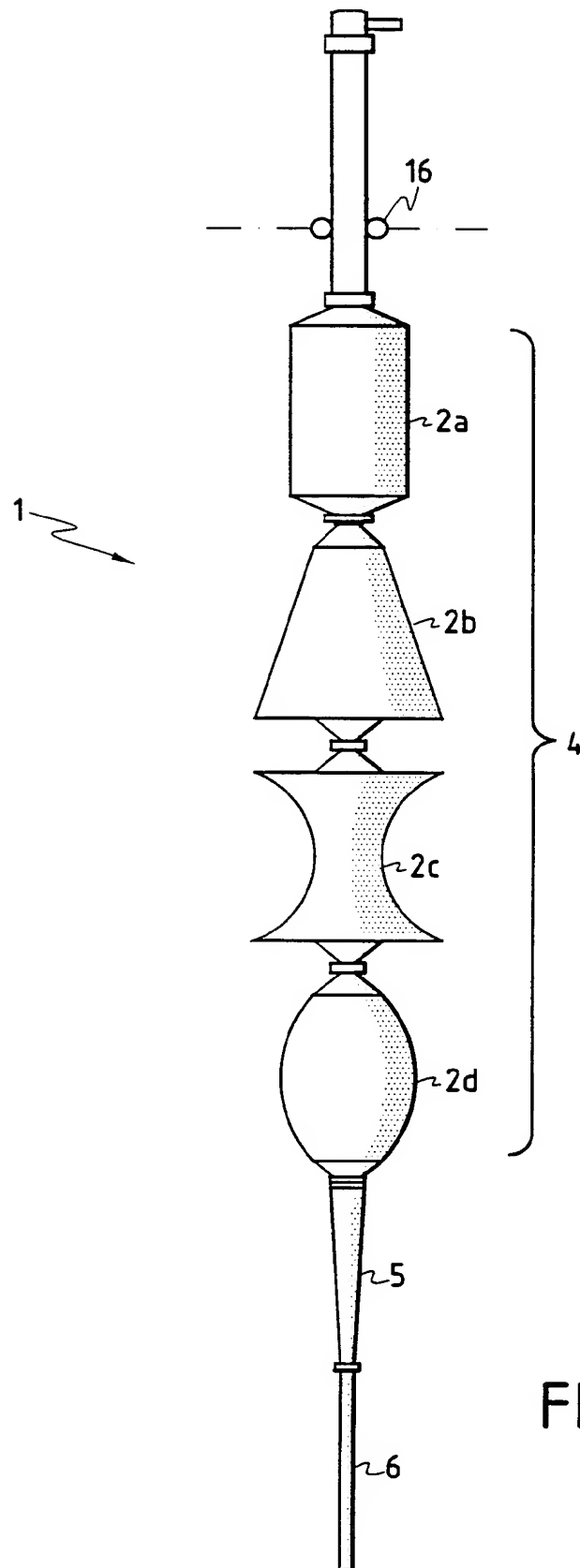


FIG.12

8/8

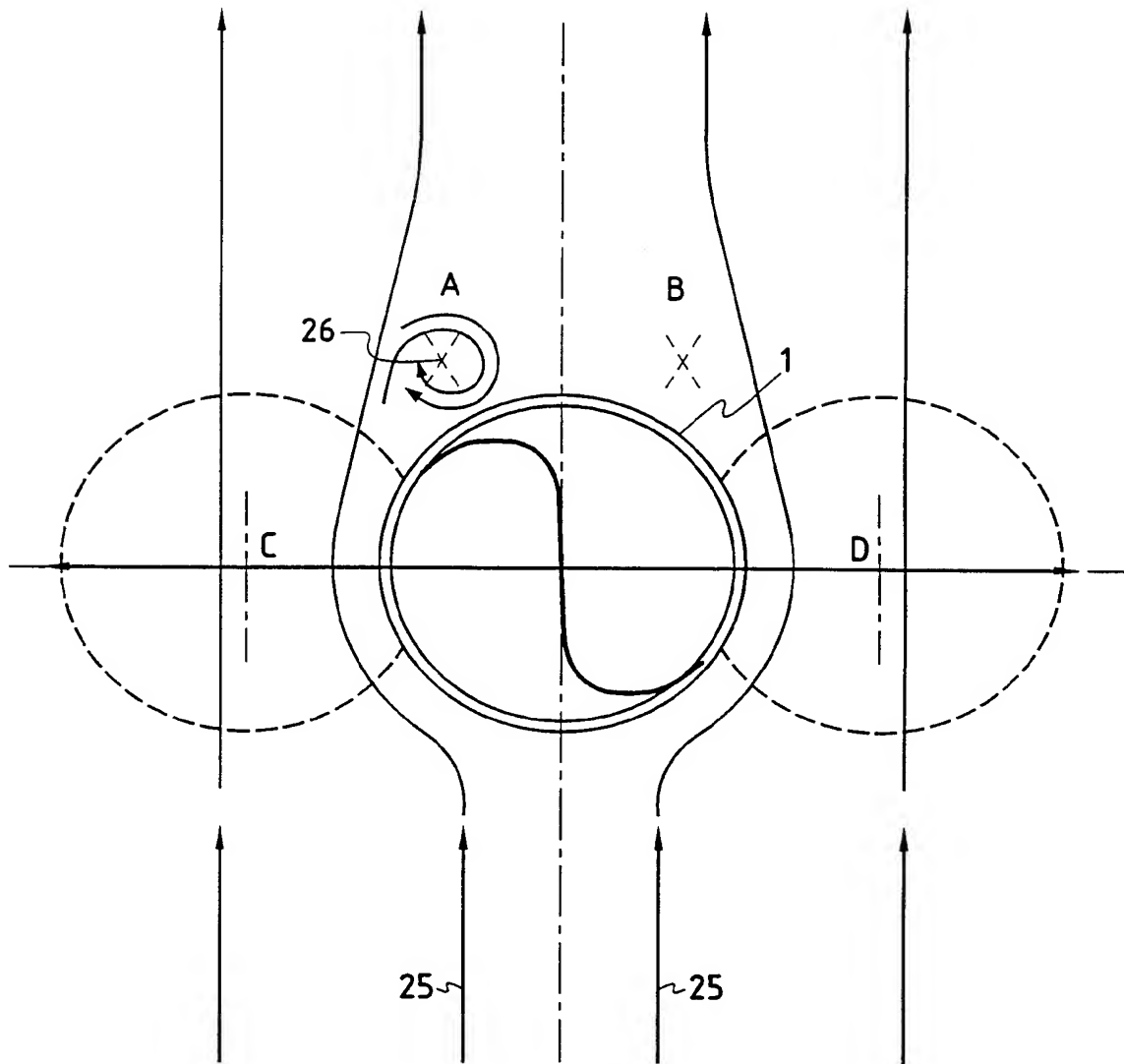


FIG. 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. onal Application No

PCT/FR 01/00203

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 E21B17/01

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 E21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99 05389 A (CUMING CORP) 4 February 1999 (1999-02-04) claim 1; figures 1,4 page 2, line 4 - line 8 ----	1
A	US 5 971 075 A (ODRU PIERRE ET AL) 26 October 1999 (1999-10-26) claim 1; figure 1 ----	1
A	US 4 768 984 A (TRIAANTAFYLLOU MICHAEL S ET AL) 6 September 1988 (1988-09-06) column 3, line 41 - line 58; figure 1 ----	1
A	WO 95 27101 A (SHELL INT RESEARCH) 12 October 1995 (1995-10-12) claim 6; figure 3A ----- -/--	1



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 March 2001

Date of mailing of the international search report

27/03/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dantinne, P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte: onal Application No

PCT/FR 01/00203

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 99 41142 A (IMODCO) 19 August 1999 (1999-08-19) page 6, line 13 - line 18; figure 1 ---	1
A	US 4 193 234 A (WONG HENRY H Y) 18 March 1980 (1980-03-18) column 7, line 41 - line 55; figures 12,13 ---	1
A	"PROVEN NEW TECHNOLOGIES FOR OFFSHORE/ONSHORE APPLICATIONS" ERDOEL ERDGAS KOHLE,DE,URBAN VERLAG, vol. 114, no. 6, June 1998 (1998-06), page 81 XP000799413 ISSN: 0179-3187 "multi-axis water channels were incorporated into the rotationally molded module shell to allow convection currents in the sea water to circulate." -----	1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/FR 01/00203

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9905389	A	04-02-1999	AU	8580798 A	16-02-1999
US 5971075	A	26-10-1999	FR	2754011 A	03-04-1998
			BR	9704940 A	06-07-1999
			GB	2317631 A,B	01-04-1998
			NO	974506 A	31-03-1998
US 4768984	A	06-09-1988	CA	1280646 A	26-02-1991
			DK	169186 A,B,	16-10-1986
			EP	0202029 A	20-11-1986
			JP	61290194 A	20-12-1986
			NO	861452 A	16-10-1986
WO 9527101	A	12-10-1995	GB	2303898 A,B	05-03-1997
			NO	964172 A	02-10-1996
WO 9941142	A	19-08-1999	AU	2573199 A	30-08-1999
US 4193234	A	18-03-1980	GB	1580910 A	10-12-1980

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 E21B17/01

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 E21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 99 05389 A (CUMING CORP) 4 février 1999 (1999-02-04) revendication 1; figures 1,4 page 2, ligne 4 - ligne 8 ---	1
A	US 5 971 075 A (ODRU PIERRE ET AL) 26 octobre 1999 (1999-10-26) revendication 1; figure 1 ---	1
A	US 4 768 984 A (TRANTAFYLLOU MICHAEL S ET AL) 6 septembre 1988 (1988-09-06) colonne 3, ligne 41 - ligne 58; figure 1 ---	1
A	WO 95 27101 A (SHELL INT RESEARCH) 12 octobre 1995 (1995-10-12) revendication 6; figure 3A ---	1
	--- -/--	



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

& document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

16 mars 2001

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

27/03/2001

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Dantinne, P

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 99 41142 A (IMODCO) 19 août 1999 (1999-08-19) page 6, ligne 13 - ligne 18; figure 1 ----	1
A	US 4 193 234 A (WONG HENRY H Y) 18 mars 1980 (1980-03-18) colonne 7, ligne 41 - ligne 55; figures 12,13 ----	1
A	"PROVEN NEW TECHNOLOGIES FOR OFFSHORE/ONSHORE APPLICATIONS" ERDOEL ERDGAS KOHLE, DE, URBAN VERLAG, vol. 114, no. 6, juin 1998 (1998-06), page 81 XP000799413 ISSN: 0179-3187 "multi-axis water channels were incorporated into the rotationally molded module shell to allow convection currents in the sea water to circulate." -----	1

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Den. Je Internationale No

PCT/FR 01/00203

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9905389 A	04-02-1999	AU 8580798 A	16-02-1999
US 5971075 A	26-10-1999	FR 2754011 A BR 9704940 A GB 2317631 A,B NO 974506 A	03-04-1998 06-07-1999 01-04-1998 31-03-1998
US 4768984 A	06-09-1988	CA 1280646 A DK 169186 A,B, EP 0202029 A JP 61290194 A NO 861452 A	26-02-1991 16-10-1986 20-11-1986 20-12-1986 16-10-1986
WO 9527101 A	12-10-1995	GB 2303898 A,B NO 964172 A	05-03-1997 02-10-1996
WO 9941142 A	19-08-1999	AU 2573199 A	30-08-1999
US 4193234 A	18-03-1980	GB 1580910 A	10-12-1980